



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109095787 A

(43)申请公布日 2018.12.28

(21)申请号 201810916659.X

(22)申请日 2014.12.18

(30)优先权数据

61/921,790 2013.12.30 US

(62)分案原申请数据

201480070364.5 2014.12.18

(71)申请人 美国圣戈班性能塑料公司

地址 美国俄亥俄州

(72)发明人 A·迪盖 C·莱德尔 F·林哈特

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司
11287

代理人 林彦

(51)Int.Cl.

G03G 17/36(2006.01)

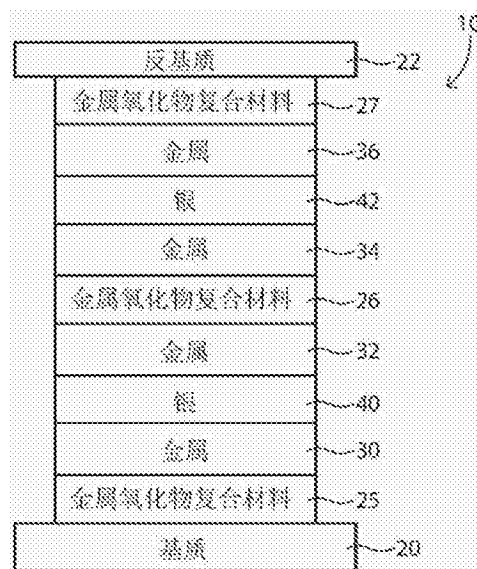
权利要求书1页 说明书17页 附图5页

(54)发明名称

显示出改善的光太阳能热增益比的光学膜

(57)摘要

本申请涉及显示出改善的光太阳能热增益比的光学膜。本公开内容涉及具有金属氧化物基复合材料层的光学透明和IR反射膜,所述金属氧化物基复合材料层可协同改善整个复合材料的
光学特性、太阳能特性和生产速度。



1. 一种复合膜,所述复合膜包括:
 - a. 基质层;
 - b. 包括至少第一金属氧化物基层和第二金属氧化物基层的金属氧化物基复合材料层;和
 - c. 邻近所述第二金属氧化物基层的金属基层;和
 - d. 邻近所述金属基层的银基层,其中所述第二金属氧化物基层包含具有晶格参数 a_1 的金属氧化物;并且其中所述金属基层包含具有晶格参数 a_2 的金属,或其中所述银基层包含具有晶格参数 a_2 的银基化合物;并且其中 a_1 和 a_2 满足下式:
$$([\sqrt{2}]/2)*a_2/a_1=x,$$
其中 x 代表不小于0.65的值。
2. 根据权利要求1所述的复合膜,其中所述基质层包括聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚酯、三乙纤维素(TCA或TAC)、聚氨基甲酸酯或其组合。
3. 根据权利要求1所述的复合膜,其中所述金属基层基本上由金属组成。
4. 根据权利要求1所述的复合膜,其中所述金属基层包含选自由以下所组成的群组的金属:金、钛、铝、铂、钯、铜、镉、锌及其组合。
5. 根据权利要求1所述的复合膜,其中所述金属氧化物基复合材料层包含氧化铝、氧化钛、 BiO_2 、 PbO 、氧化铈、氧化锌、氧化锰、氧化钼或其组合。
6. 根据权利要求1所述的复合膜,其中所述金属氧化物基复合材料层包含氧化铈。
7. 根据权利要求1所述的复合膜,其中所述复合材料包含氧化锌基层。
8. 根据权利要求7所述的复合膜,其中所述氧化锌基层包括AZO。
9. 根据权利要求1所述的复合膜,其中所述金属氧化物基复合材料层具有至少约0.5nm的厚度。
10. 根据权利要求1所述的复合膜,其中所述复合材料具有至少约60%且不大于约100%的可见光透射率。
11. 根据权利要求1所述的复合膜,其中所述复合材料具有至少约50%且不大于约90%的总太阳能阻隔。
12. 根据权利要求1所述的复合膜,其中所述复合材料具有至少约1.60且不大于1.95的光太阳能增益比。
13. 根据权利要求1所述的复合膜,其中 x 代表0.70至1.5范围内的值。
14. 根据权利要求1所述的复合膜,其中 x 代表0.86至1.0范围内的值。
15. 根据权利要求1所述的复合膜,其中所述第二金属氧化物基层基本上不含氧化钛。

显示出改善的光太阳能热增益比的光学膜

[0001] 本申请是申请日为2014年12月18日,申请号为201480070364.5,发明名称为“显示出改善的光太阳能热增益比的光学膜”的申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本公开内容涉及复合膜,并且更具体而言,涉及红外反射和光学透明的复合膜。

背景技术

[0003] 反射红外光谱中的辐射同时传递可见光谱中的辐射的复合材料具有重要应用,例如作为应用于建筑物或车辆中的窗户的覆盖物。

[0004] 对于此类复合膜,可见光透射率必须很高,并且反射率和吸收率必须很低。在美国,例如,汽车挡风玻璃必须具有至少70%的可见光透射率。然而,在红外线中,窗户必须具有高反射率并且因此红外线中的透射率和吸收率必须很低。理想地,反射率在光谱的近红外线部分(780nm-2500nm)中必须很高,以阻止来自日光的加热,并且在远红外线(8 μ m-50 μ m)中很高,以在冬季使热保持在车内。后面一个特点也称为“低发射率”。这些组合特点在温带气候下尤其是非常重要的。

[0005] 已知在复合膜中使用薄银层来反射红外辐射;然而,银层具有低稳定性、低耐久性以及弱耐潮湿性和耐气候性。另外,可以加入复合材料中以对抗薄银层的缺点的其他层一般负面影响其他特性,例如可见光透射率、雾度和泛黄。

[0006] 美国专利号7,709,095描述了红外反射层压结构,其中含银的层被金金属层和氧化钛介电层接触。层通过溅射技术沉积。

[0007] 使用氧化钛介电层的一个缺点是来自使用旋转陶瓷靶的溅射技术的沉积速率中的限制。例如,用于光学膜中的溅射器沉积的氧化钛层的通常沉积速率为对单一旋转陶瓷靶约1.5nm·m²·分钟⁻¹·kW⁻¹。注意到沉积速率不依赖于靶长度和所施加的力。在产生膜的过程中,氧化钛的沉积速率相当大地减慢复合材料的整个生产速度。

[0008] 已作出通过将氧化钛置换其他材料来改善生产速度的尝试。然而,迄今为止未知如何改善生产速度,而不负面影响复合膜的光学和太阳能特性之一或两者例如透明度和反射率。

[0009] 此外,还期望改善复合膜的光学和太阳能特性。然而,改善太阳能特性例如TSER的尝试阻碍光学性能,例如可见光透射率(VLT),并且反之亦然。

[0010] 因此,存在开发新材料和方法以增加介电层的沉积速率,而不牺牲性能,且甚至改善光学膜的性能的需要。

发明内容

[0011] 本发明提供了一种复合膜,所述复合膜包括:

[0012] a. 基质层;

[0013] b. 包括至少第一金属氧化物基层和第二金属氧化物基层的金属氧化物基复合材

料层;和

[0014] c.邻近所述第二金属氧化物基层的金属基层;和

[0015] d.邻近所述金属基层的银基层,

[0016] 其中所述第二金属氧化物基层包含具有晶格参数 a_1 的金属氧化物;并且其中所述金属基层包含具有晶格参数 a_2 的金属,或其中所述银基层包含具有晶格参数 a_2 的银基化合物;并且其中 a_1 和 a_2 满足下式:

[0017] $([\sqrt{2}/2]*a_2)/a_1=x$,

[0018] 其中 x 代表不小于0.65的值。

附图说明

[0019] 实施例通过举例的方式示出且并不限于附图中。

[0020] 图1包括根据本公开内容的某些实施例的复合膜的图示。

[0021] 图2包括根据本公开内容的某些实施例的复合膜的图示。

[0022] 图3包括根据本公开内容的某些实施例的复合膜的图示。

[0023] 图4包括根据本公开内容的某些实施例的复合膜的图示。

[0024] 图5包括根据本公开内容的某些实施例的复合膜的图示。

[0025] 图6包括根据本公开内容的某些实施例的复合膜的图示。

[0026] 图7包括根据本公开内容的某些实施例的复合膜的图示。

[0027] 图8包括根据本公开内容的某些实施例的复合膜的图示。

[0028] 图9包括根据本公开内容的某些实施例的复合膜的图示。

[0029] 图10包括根据本公开内容的某些实施例的复合膜的图示。

[0030] 技术人员应了解附图中的元件是为了简单和清楚而示出,并且不一定按比例标绘。例如,附图中的一些元件的尺寸可相对于其他元件放大,以帮助改善本发明的实施例的理解。

具体实施方式

[0031] 本发明提供了与附图组合的下述说明书,以帮助理解本文公开的教导。下文讨论将集中于教导的具体实现和实施例。提供该重点以帮助描述教导且不应解释为对教导的范围或适用性的限制。然而,基于如本申请中公开的教导可使用其他实施例。

[0032] 术语“包含”、“包括”、“具有”或它们的任何其他变体旨在涵盖非排他性的包括。例如,包括一系列特征的方法、制品或装置不必仅限于那些特征,而是可包括未明确列出的或该方法、制品或装置所固有的其他特征。此外,除非明确相反指出,“或”指包括性的或,而非排他性的或。例如,条件A或B由如下任一者满足:A为真(或存在)且B为假(或不存在),A为假(或不存在)且B为真(或存在),以及A和B均为真(或存在)。

[0033] 另外,“一种”或“一个”的使用用于描述本文描述的元件和部件。这仅为了便利,并提供本发明的范围的一般含义。该描述应理解为包括一种、至少一种、或还包括复数的单数,或反之亦然,除非其明确具有相反含义。例如,当单个项目在本文中描述时,超过一个项目可代替单个项目使用。类似地,当超过一个项目在本文中描述时,单个项目可替代超过一个项目。

[0034] 除非另有定义,否则本文使用的所有技术和科学术语均具有与本发明所属领域普通技术人员通常理解相同的含义。材料、方法和例子仅是举例说明性的并且不意在为限制性的。就本文未描述的程度而言,关于具体材料和处理动作的许多细节是常规的,并且可在光学膜领域内的教课书及其他来源中找到。

[0035] 本公开内容涉及改善的IR反射复合膜,证实例如太阳能特性、光学特性和生产速度中的协同改善。例如,某些实施例证实TSER和VLT的组合协同效应。此外,复合材料可显示出改善的沉积速率,而不牺牲且甚至改善光学和太阳能性能。该概念考虑到下述实施例将得到更佳理解,所述实施例举例说明而不是限制本发明的范围。

[0036] 图1示出了根据某些实施例的复合膜10的代表性横截面。复合膜10可包括基质层20,一个或多个金属基层30、32、34、36;一个或多个银基层40、42;一个或多个金属氧化物基复合材料层25、26、27;以及反基质层22。应理解图1中所示的复合膜10是举例说明性实施例。并非需要显示的所有层,并且任何数目的另外的层或比所示更少的层在本公开内容的范围内。

[0037] 基质层20和/或反基质层22可由任何数目的不同材料组成。在某些实施例中,基质层20和/或反基质层22可为透明层。基质层20和/或反基质层22还可可为柔性的。合适的透明材料包括聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚酯例如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、三乙酸纤维素(TCA或TAC)、聚氨基甲酸酯、含氟聚合物、玻璃或其组合。在特定实施例中,基质层20和/或反基质层22可含有聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。

[0038] 基质的厚度可取决于所选择的材料和所需应用。在某些实施例中,基质层20和/或反基质层22可具有至少约0.1微米、至少约1微米、或甚至至少约10微米的厚度。在进一步的实施例中,基质层20和/或反基质层22可具有不大于约1000微米、不大于约500微米、不大于约100微米、或甚至不大于约50微米的厚度。此外,基质层20和/或反基质层22可具有在上述最大值和最小值中任意者的范围内,例如约0.1微米至约1000微米、约1微米至约100微米、或甚至约10微米至约50微米内的厚度。在其他实施例中,当包括刚性基质例如玻璃时,基质层20可具有更大厚度,例如1毫米至50毫米、或甚至1毫米至20毫米、或甚至1至10毫米。在非常特定的实施例中,基质层20的厚度可大于反基质22的厚度。例如,在非常特定的实施例中,基质层20的厚度与反基质22的厚度的比率可为至少1、至少1.5、至少1.75、或甚至至少2。

[0039] 当用作应用于刚性表面例如窗户的复合膜时,基质层20可适合邻近待由膜覆盖的表面设置。例如,当附接至例如窗户(未示出)时,基质层20可比银基层更接近窗户。此外,如下文更详细地讨论的,粘接层可邻近基质层20设置且适合接触待由复合材料覆盖的窗户或其他表面。像这样,上文描述的复合膜可为独立的,且适合粘附至例如建筑物构件或汽车构件例如窗户中的透明面板。

[0040] 如上文讨论的,复合材料可包括一个或多个金属基层30、32、34、36。薄的金属基层可提供含有银的层增加的稳定性和耐久性,并且避免在银基层和金属氧化物基层的界面处的互混。在某些实施例中,可仅存在一个金属基层。在其他实施例中,复合材料可包括许多金属基层。一般地,金属基层可直接邻近银基层的一个或两个主表面设置。相应地,当存在超过一个银基层时,金属基层可设置在任何银基层的每一个可用主表面上。

[0041] 再次参考图1,在本公开内容的特定实施例中,复合材料可包括直接接触第一银基

层40的相对主表面的第一金属基层30和第二金属基层32。如图1中进一步示出的,复合材料可另外包括直接接触第二银基层42的相对主表面的第三金属基层34和第四金属基层36。

[0042] 本文描述的一个或多个金属基层中的任一个均可基本上由金属组成。如本文使用的,短语“基本上由金属组成”指至少95重量%的金属。此外,在特定实施例中,本文描述的一个或多个金属基层中的任一个均可含有基本上纯的金属,或在其他实施例中,金属合金。如本文使用的,“基本上纯的金属”指具有以小于约5重量%的量的可能杂质的金属。在其他实施例中,一个或多个金属基层中的任一个均可含有金属合金,例如含有基于金属基层的总重量,以至少约70重量%浓度的主要金属和以按重量计小于约30%浓度的次要金属。

[0043] 本文描述的一个或多个金属基层中的任一个均可含有所选择的金属,包括金、钛、铝、铂、钯、铜、钢、锌或其组合。在特定实施例中,邻近银基层的金属基层中的至少一个、超过一个或甚至全部可含有金或甚至基本上由金组成。

[0044] 上文描述的一个或多个金属基层中的任一个均可具有允许金属基层基本上透明且对银基层提供足够保护的厚度。例如,上文描述的一个或多个金属基层中的任一个均可具有至少约0.1纳米、或甚至至少约0.3纳米的厚度。此外,上文描述的一个或多个金属基层中的任一个均可具有不大于约50纳米、不大于约5纳米、不大于约2纳米、或甚至不大于约1.5纳米的厚度。此外,上文描述的一个或多个金属基层中的任一个均可具有在上述最大值和最小值中任意者的范围内,例如约0.1纳米至约5纳米、或甚至约0.3纳米至约1.5纳米内的厚度。

[0045] 上文描述的一个或多个金属基层中的任一个均可具有相同厚度或可具有不同厚度。在特定实施例中,一个或多个金属层各自具有基本上相同的厚度。如本文使用的,“基本上相同的厚度”指在两个比较厚度的平均值20%内的厚度。

[0046] 一个或多个金属基层中的任一个均可通过真空沉积技术例如通过溅射或蒸发来形成。

[0047] 根据本公开内容的复合材料可包括一个或多个银基层40、42。银基层可为复合材料提供反射红外辐射的能力。在特定实施例中,例如,如所示的,在图1中,复合材料可包括第一银基层40。如所示的,第一银基层40可直接接触一个或多个金属基层,例如第一金属基层30和第二金属基层50。

[0048] 此外,在某些实施例中,复合材料可包括另外的银基层,例如第二银基层42。当存在时,每个另外的银基层可具有直接接触另外的银基层的主表面的金属基层。例如,如图1中所示,第二银基层42可直接接触第三金属基层34和第四金属基层36。此外,第二银基层42可比第一银基层40更远离基质。

[0049] 上文描述的一个或多个银基层中的任一个均可含有银,并且在特定实施例中,可基本上由银组成。如本文使用的,短语“基本上由银组成”指银基层含有至少约95%银。在其他实施例中,一个或多个银基层可具有不大于约30重量%、不大于约20重量%、或甚至不大于约10重量%的另一种金属,例如金、铂、钯、铜、铝、钢、锌或其组合。

[0050] 一个或多个银基层中的任一个均可具有至少约0.1纳米、至少约0.5纳米、或甚至至少约1纳米的厚度。此外,一个或多个银基层40中的任一个均可具有不大于约100纳米、不大于约50纳米、不大于约25纳米、或甚至不大于约20纳米的厚度。此外,一个或多个银基层40中的任一个均可具有在上述最大值和最小值中任意者的范围内,例如约0.5纳米至约25

纳米、或甚至约1纳米至约20纳米内的厚度。

[0051] 在特定实施例中,第二银基层42可具有比第一银基层40更大的厚度。例如,第二银基层42的厚度与第一银基层40的厚度的比率可为至少约1、至少约1.5、至少约2、或甚至至少约3。

[0052] 在特定实施例中,复合膜10可包括不超过3个银基层、不超过2个银基层、或甚至不超过1个银基层。在非常特定的实施例中,复合膜10可包括不超过2个银基层。本公开内容的某些实施例的特别优势是以不超过2个银基层实现本文所述特性。

[0053] 银基层可通过真空沉积技术例如溅射或蒸发来形成。在特定实施例中,银基层可通过磁控溅射技术来形成。

[0054] 根据本公开内容的各个实施例,复合材料还可包括一个或多个金属氧化物基复合材料层25、26、27。金属氧化物基复合材料层可邻近或甚至直接接触相对银基层的金属基层主表面设置,和/或邻近或甚至直接接触基质层或反基质层的主表面设置。

[0055] 上文描述的一个或多个金属氧化物复合材料基层中的任一个均可包括至少一个、至少两个、或甚至至少三个分开且不同的各种金属氧化物层,包括氧化铝、氧化钛、氧化铌、 BiO_2 、 PbO 、氧化锌、AZO、 MgZnO 、 MgO 、 MoO_3 或其组合。

[0056] 上文列出的各种金属氧化物还可根据其折射率进行描述。例如,主要由金红石相组成的氧化钛具有在510nm处约2.41的折射率, BiO_2 具有在550纳米处约2.45的折射率,并且 PbO 具有在550纳米处约2.55的折射率, Nb_2O_5 具有在550纳米处约2.4的折射率,并且 ZnO 具有在550纳米处约2.0的折射率。相应地,在非常特定的实施例中,在一个或多个金属氧化物基复合材料层中用作层的金属氧化物中的至少一种可具有高折射率。例如,金属氧化物中的至少一种可具有在510纳米或550纳米处至少约2.3、至少约2.4、至少约2.5的折射率。此外,在一个或多个金属氧化物基复合材料层中用作层的金属氧化物中的至少一种可具有低折射率。例如,金属氧化物中的至少一种可具有不大于约2.4、小于约2.3,例如小于约2.2、小于约2.1、或甚至小于约2.0的折射率。此外,金属氧化物基复合材料层可具有基于高折射率材料的至少一个层和具有低折射率材料的至少一个层。例如,金属氧化物基复合材料层可具有基于具有至少2.4的折射率的金属氧化物和具有小于2.4的折射率的金属氧化物的至少一个层。

[0057] 上文描述的各种金属氧化物还可根据其对于一个旋转陶瓷靶的沉积速率进行描述。例如,氧化钛可具有 $1.5\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 的沉积速率,氧化铌可具有 $3\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 的沉积速率,并且AZO可具有 $7\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 的沉积速率。相应地,在非常特定的实施例中,在一个或多个金属氧化物基复合材料层中用作层的金属氧化物中的至少一种可具有高沉积速率。例如,在某些实施例中,金属氧化物中的至少一种可具有至少 $1\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 、至少 $1.5\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 、至少 $2\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 、至少 $3\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 、至少 $4\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 、至少 $5\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 、至少 $6\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 、或甚至至少 $7\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 的沉积速率。此外,金属氧化物中的至少一种可具有不大于 $50\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 、或甚至不大于 $25\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 、不大于 $8\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 、不大于 $4\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 、或甚至不大于 $2\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 的沉积速率。此外,金属氧化物中的至少一种可具有在上文提供的最小值和最大值中任意者的范围内,例如在 $1\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 至 $50\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 的范围内、或甚至在 $1.5\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 至 $25\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 的范围内的沉

积速率。在非常特定的实施例中,在一个或多个金属氧化物基复合材料层中用作层的金属氧化物中的至少两种可具有不同的沉积速率。例如,在一个或多个金属氧化物基复合材料层中用作层的金属氧化物中的一种可具有至少约 $3\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 的沉积速率,而在相同金属氧化物基复合材料层中用作层的另一种金属氧化物可具有不大于 $3\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 的沉积速率。应理解在金属氧化物基复合材料层中使用的任何两种或甚至三种不同的金属氧化物可具有以任何组合的上文提供的沉积速率中的任一种。

[0058] 本公开内容的某些实施例的特定优点是使用具有高沉积速率的金属氧化物。通常,此类金属氧化物层由于例如弱光学特性、IR特性及其他而不使用。然而,本发明人已惊讶地发现使用具有高沉积速率的金属氧化物而不牺牲关键光学和IR特性的能力。

[0059] 现在参考图2,在某些实施例中,金属氧化物基复合材料层可包括适合改善金属基层和/或银基层的质量的层101、103。例如,层101、103可含有氧化物材料例如金属氧化物材料。在特定实施例中,金属氧化物材料可含有氧化锌,例如AZO或MgZnO。在非常特定的实施例中,氧化锌可为AZO。在其他实施例中,层101、103可含有氧化物材料,例如MgO或 MoO_3 。

[0060] 本公开内容的某些实施例的特定优点是下述发现:金属氧化物复合材料基层25、26中的特定金属氧化物基层例如层101、103可改善金属基层的均匀度,并且因此改善其后立即沉积的金属基层的光学特性和作为整体的叠的光学特性。不希望受理论束缚,金属基层的均匀度中的改善可至少部分归于异质外延效应。

[0061] 例如,在某些实施例中,当金属氧化物基层(在金属氧化物复合材料基层内)的晶体结构匹配或紧密匹配邻近的随后沉积的金属基层的晶体结构时,可发生复合材料的性能中的改善。材料的晶体结构(在给定类型的晶体内的原子排列)可根据其最简单的重复单位进行描述,所述重复单位被称为晶胞,具有被称为晶格参数的晶胞边缘长度 a 、 b 和 c 。为了定量晶体结构的匹配程度,当第一层(a_1)和第二层(a_2)的晶格参数 a 满足下式时,第一层的晶体结构紧密匹配第二层的晶体结构:

$$[\sqrt{2}/2]*a_2/a_1 = x,$$

[0063] 其中 x 代表不小于0.65的值。在本文描述的特定实施例中,例如在金属氧化物基层和金属层和/或银层之间, x 代表不小于0.70、不小于0.75、不小于0.80、不小于0.82、不小于0.84、或不小于0.86的值。在进一步特定的实施例中, x 代表不大于1.5、不大于1.4、不大于1.3、不大于1.2、不大于1.1、或不大于1.0的值。此外, x 可代表在上述最小值和最大值中任意者的范围内,例如在0.75至1.4、0.84至1.2、或甚至0.86至1.0范围内的值。

[0064] 例如,金的晶体结构是面心立方(fcc),并且它的晶格参数 a 是0.408nm。因为金的晶体结构是立方,所以它可具有仅一个晶格参数。在环境条件下,ZnO主要以纤锌矿形式结晶。以纤锌矿形式的ZnO的晶格参数为 $a=0.325\text{nm}$ 和 $c=0.520\text{nm}$ 。当这种形式以所谓的(002)取向定向时,表面可具有类似于当金晶体以所谓的(111)取向定向时金那种的原子距离。即 $([\sqrt{2}/2]x a_{\text{Au}}) \sim a_{\text{ZnO}}$,其对应于 $0.29\text{nm} \sim 0.33\text{nm}$ 。使用AZO(=ZnO:A1)的效应可为相似的,即使当A1原子嵌入网络中时。

[0065] 另一方面,如果Au沉积在不同的金属氧化物基层例如 TiO_x 上时,异质外延效应是无效的,因为晶体结构之间的错配很高。例如,当 TiO_x 通过磁控溅射进行沉积而无热处理时,材料可为无定形的(在这种情况下,不存在特定次序),或可具有金红石晶体结构。金红石晶体结构具有体心四方晶胞,其中 $a=b=0.458\text{nm}$ 并且 $c=0.295\text{nm}$ 。在某些实施例中,根

据该结构, TiO_x 看起来不具有紧密匹配 Au 晶胞的晶体结构的晶体结构, 与取向无关。相应地, 在非常特定的实施例中, 直接邻近金属基层的金属氧化物层可基本上不含氧化钛。

[0066] 在非常特定的实施例中, 直接邻近金属基层的金属氧化物基层可为 AZO。在甚至进一步非常特定的实施例中, 邻近金属氧化物基层的金属基层可为金。

[0067] 应理解当使用如上所述的直接邻近金属基层的金属氧化物基层时, 也改善在金属基层后直接沉积的银基层。相应地, 上文描述的晶格参数的相同匹配程度可存在于金属氧化物基层和银基层之间, 其中金属基层设置在金属氧化物基层和银基层之间。

[0068] 再次参考图 2, 在某些实施例中, 复合膜 10 可包括至少一个或甚至至少两个金属氧化物基复合材料层 25、26, 其各自包括适合改善金属基层和/或银基层的质量的层 101、103。

[0069] 层 101、103 可设置在金属氧化物基复合材料层 25、26 内, 使得它直接邻近且接触金属基层 30、34。在金属氧化物基复合材料层 25、26 内, 其他金属氧化物层 102、104 (除层 101、103 外) 可包括例如氧化铝、氧化钛、氧化铌、 BiO_2 、 PbO 或其组合。在非常特定的实施例中, 金属氧化物基复合材料层 25、26 可包括除层 101、103 之外的氧化钛基层 102、104。在其他特定实施例中, 金属氧化物基复合材料层 25、26 可包括除层 101、103 之外的氧化铌基层 102、104, 如下文更详细地描述的。

[0070] 当适合改善金属基层和/或银基层的质量的层 101、103 存在于金属氧化物基复合材料层 25、26 中时, 层 101、103 可具有低厚度。例如, 层 101、103 可具有不大于 50 纳米、不大于 40 纳米、不大于 30 纳米、不大于 20 纳米、不大于 10 纳米、或甚至不大于 7 纳米的厚度。此外, 层 101、103 可具有至少 1 纳米、至少 2 纳米、或甚至至少 3 纳米的厚度。此外, 层 101、103 可具有在上文提供的最小值和最大值中任意者的范围内, 例如在 1 至 20 纳米的范围内、或甚至在 2 至 10 纳米的范围内的厚度。此外, 在某些实施例中, 当层 101、103 存在于金属氧化物基复合材料层 25、26 中时, 层 101、103 可具有的厚度小于金属氧化物基复合材料层 25、26 的剩余部分的厚度。例如, 当层 101、103 存在于金属氧化物基复合材料层 25、26 中时, 层 101、103 的厚度与金属氧化物基复合材料层 102、104 的剩余部分的厚度的比率可小于 1, 例如不大于 0.8、不大于 0.7、不大于 0.6、不大于 0.5、不大于 0.3、不大于 0.2、或甚至不大于约 0.15。此外, 当层 101、103 存在于金属氧化物基复合材料层 25、26 中时, 层 101、103 的厚度与金属氧化物基复合材料层 102、104 的剩余部分的厚度的比率可为至少 0.01、至少 0.05、或甚至至少 0.075。

[0071] 本公开内容的某些实施例的另外一个特定优点是金属氧化物复合材料基层 25、26、27 含有适合改善金属基层和/或银基层的质量的层 101、103 和氧化铌层的组合。如本文更详细地讨论的, 氧化铌的使用未优选超过氧化钛的使用, 部分由于氧化铌更低的折射率。然而, 本发明人惊讶地发现通过使用与具有高沉积速率的层例如氧化铌组合的层 101、103, 复合膜 10 显示出在光学和太阳能特性中显著和协同的改善, 同时还实现生产速度或线速度中的显著改善, 如下文实例中更详细地举例说明的。

[0072] 现在参考图 3, 本公开内容的某些实施例的另外一个特定优点是金属氧化物复合材料基层 25、26、27 含有氧化钛基层 110、111、112 和氧化铌基层 113、114、115、116 的组合。如本文更详细地讨论的, 氧化铌的使用未优选超过氧化钛的使用, 部分由于氧化铌更低的折射率。然而, 本发明人惊讶地发现通过使用与氧化铌层组合的氧化钛层, 复合膜可显示出在光学和太阳能特性中显著和协同的改善, 同时还实现生产速度或线速度中的显著改善。不希望受理论束缚, 认为通过具有特别是直接邻近且接触基质层的氧化钛层存在, 可提供更

佳的折射率匹配且因此改善的光学特性,并且氧化铌基层的使用不显著阻碍通过添加氧化钛基层实现的改善。

[0073] 在掺入包括氧化钛基层110、111、112和氧化铌基层113、114、115、116的金属氧化物基复合材料层25、26、27的此类实施例中,氧化钛基层110、111、112可具有的厚度小于在金属氧化物基复合材料层25、26、27内的氧化铌基层113、114、115、116的厚度。例如,氧化铌基层113、114、115、116的厚度与氧化钛基层110、111、112的厚度的比率可大于1,例如不小于1.5、不小于2、或甚至不小于2.5。在进一步的实施例中,氧化铌基层113、114、115、116的厚度与氧化钛基层110、111、112的厚度的比率可不大于10、不大于6、或甚至不大于5。此外,氧化铌基层113、114、115、116的厚度与氧化钛基层110、111、112的厚度的比率可在上文提供的最小值和最大值中任意者的范围内,例如在1.5至10或甚至2.5至5的范围内。

[0074] 在甚至更特定的实施例中,在包括氧化钛基层和氧化铌基层的金属氧化物基复合材料层中,氧化钛基层可具有至少1纳米、至少2纳米、或甚至至少3纳米的厚度。在其他实施例中,氧化钛基层可具有不大于30纳米、不大于20纳米、或甚至不大于10纳米的厚度。此外,氧化钛基层可具有在上文提供的最小厚度和最大厚度中任意者的范围内,例如在1至50纳米、或甚至3至20纳米的范围内的厚度。此外,在包括氧化钛基层和氧化铌基层的金属氧化物基复合材料层中,氧化铌层可具有至少1纳米、至少5纳米、至少10纳米、或甚至至少15纳米的厚度。在进一步的实施例中,氧化铌基层可具有不大于70纳米、不大于60纳米、不大于50纳米、或甚至不大于40纳米的厚度。此外,氧化钛基层可具有在上文提供的最小厚度和最大厚度中任意者的范围内,例如在5至60纳米、或甚至10至50纳米范围内的厚度。

[0075] 总之,上文讨论的一个或多个金属氧化物基复合材料层25、26、27中的任一个均可具有至少约1纳米、至少约2纳米、或甚至至少约5纳米的厚度。此外,上文讨论的一个或多个金属氧化物基复合材料层25、26、27中的任一个均可具有不大于约100纳米、不大于约80纳米、或甚至不大于约70纳米的厚度。此外,上文讨论的一个或多个金属氧化物基复合材料层25、26、27中的任一个均可具有在上述最大值和最小值中任意者的范围内,例如约1纳米至约100纳米、或甚至约2纳米至约60纳米内的厚度。

[0076] 在特定实施例中,一个或多个金属氧化物基复合材料层25、26、27可具有不同厚度。例如,在一个特定实施例中,第一金属氧化物基复合材料层25比其他金属氧化物基复合材料层更接近基质层20设置,可具有小于任何其他金属氧化物基复合材料层,例如第二金属氧化物基复合材料层26或第三金属氧化物基复合材料层27的厚度。在某些实施例中,第二金属氧化物基复合材料层26或第三金属氧化物基复合材料层27的厚度与第一金属氧化物基复合材料层25的厚度的比率可为至少1、至少1.5、至少2、至少2.5、至少3、至少4、至少5、或甚至至少6。

[0077] 在进一步的实施例中,复合膜10可包括至少一个金属氧化物基复合材料层26,其可包括比氧化钛基层111更多的氧化铌基层114、115。

[0078] 在甚至进一步特定的实施例中且如图3中所示,氧化钛层110、112可直接邻近基质层20和/或反基质层(如果存在的话)22设置。在其他实施例中,氧化铌层可直接邻近基质层和/或反基质层(如果存在的话)设置。在再甚至进一步特定的实施例中,氧化铌层113、114、115、116可直接邻近一个或多个金属基层30、32、34、36设置。在其他实施例中,氧化钛层可直接邻近一个或多个金属基层设置。

[0079] 本文讨论的一个或多个个别的金属氧化物基层和因此金属氧化物基复合材料层

可通过真空沉积技术例如通过溅射或蒸发、或原子层沉积技术来形成。例如，金属氧化物基层可通过DC磁控溅射，使用可旋转的陶瓷金属氧化物靶来获得。这些靶可具有足够的导电性以用作DC磁控溅射过程中的阴极。

[0080] 复合材料10整体包括设置在基质层和最外层之间且包括基质层和最外层的所有层例如反基质，可具有至少约25微米、至少约50微米、至少约60微米、或甚至至少约70微米的总厚度。此外，整个复合材料10可具有不大于约300微米、不大于约200微米、不大于约100微米、或甚至不大于约85微米的总厚度。此外，整个复合材料可具有在上述最大值和最小值中任意者的范围内，例如约25微米至约300微米、或甚至约50微米至约100微米的总厚度。

[0081] 现在将根据其性能描述复合膜的特定优点。参数包括可见光透射率、总太阳能阻隔、光太阳能增益比、可见光反射率、耐磨等级和线速度。

[0082] 可见光透射率指透射穿过复合材料的可见光谱(380至780纳米)的百分比。可见光透射率可根据标准ISO 9050进行测量。本公开内容的特定优点是尤其与本文描述的其他参数组合，获得本文描述且在下文实例中示出的可见光透射率值的能力。在本公开内容的实施例中，复合材料可具有至少约60%、至少约65%、或甚至至少约70%的可见光透射率。此外，复合材料可具有不大于100%、不大于95%、或甚至不大于90%的可见光透射率。此外，复合材料可具有在上述最大值和最小值中任意者的范围内，例如在约60%至约100%、或甚至约70%至约100%的范围内的可见光透射率。

[0083] 太阳能总阻隔是被窗玻璃阻隔的总能量的量度，其为阳光直接反射率和朝向外侧的二次热传递阻隔因子的总和，后者起因于对流传热和入射太阳辐射的该部分的长波IR辐射，所述部分已通过复合材料吸收。太阳能总阻隔可根据标准ISO 9050进行测量。本公开内容的特定优点是尤其与本文描述的其他参数组合，获得本文描述且在下文实例中示出的太阳能总阻隔值的能力。在本公开内容的特定实施例中，复合材料可具有至少约50%、至少约52%、至少约55%、或甚至至少约59%的太阳能总阻隔。此外，复合材料可具有不大于约90%、不大于约80%、或甚至不大于约70%的太阳能总阻隔。此外，复合材料可具有在上述最大值和最小值中任意者的范围内，例如在约50%至约90%、或甚至约59%至约90%内的太阳能总阻隔。

[0084] 光太阳能热增益比指不同复合材料类型在透射日光同时阻断热增益中的相对效率的测量。比率越高，房间越明亮，而不增加过量的热量。光太阳能热增益比可通过下式进行测定：

[0085] $LSHGR = (VLT) / (1 - TSER)$

[0086] 其中VLT是上文确定的可见光透射率。本公开内容的特定优点是尤其与本文描述的其他参数组合，获得本文描述且在下文实例中示出的光太阳能热增益比的能力。在本公开内容的特定实施例中，复合材料可具有至少约1.5、至少约1.60、至少约1.70、或甚至至少约1.80的光太阳能增益比。此外，复合材料可具有不大于1.95、不大于1.92、或甚至不大于1.90的光太阳能增益比。此外，复合材料可具有在上述最大值和最小值中任意者的范围内，例如约1.60至约1.95、或甚至1.80至约1.90内的光太阳能增益比。

[0087] 可见光反射率是由膜反射的总可见光的量度。可见光反射率可根据ISO 9050进行测量。本公开内容的特定优点是尤其与本文描述的其他参数组合，获得本文描述且在下文实例中示出的可见光反射率值的能力。在本公开内容的特定实施例中，复合材料可具有至

少约0.5%、至少约1%、或甚至至少约2%的可见光反射率。此外,复合材料可具有不大于约12%、不大于约10%、不大于约8%、或甚至不大于约6%的可见光反射率。此外,复合材料可具有在上述最大值和最小值中任意者的范围内,例如在约0.5%至约12%或甚至约2%至约6%的范围内的可见光反射率。

[0088] 本公开内容表示了对现有技术的偏离。例如,上文描述的IR反射膜复合膜可证实TSER和VLT的组合中的协同改善,以及因此改善的选择性,也称为光太阳能热增益比(LSHGR)。在本公开内容的某些实施例中,本发明人惊讶地发现通过包括与金属氧化物层例如氧化锌基层组合的氧化铌基介电层,膜复合材料惊讶地显示出TSER和VLT中的协同增加。在实践中,氧化钛介电层用于提供高VLT,然而,氧化钛的使用受其沉积速率限制,并且因此是制造成本更高的。此外,虽然单独的氧化铌的使用改善TSER,但与氧化钛相比较它使VLT变小。不希望受理论束缚,认为在银层之下形成氧化锌层诱导银层的更佳结晶化,导致改善的VLT。随后认识到氧化铌层和氧化锌层的组合协同改善TSER,并且改善或维持VLT,导致比已经可实现的显著改善的选择性。再进一步地,发现形成复合膜的总体线速度可通过使用高沉积速率材料例如氧化铌得到改善,而不牺牲复合膜的光学和太阳能特性。

[0089] 实例

[0090] 样品A含有如图4中概述的膜叠。该膜叠在商品名SOLMOX下作为LX70商购可得,并且可得自SolarGard Corporation。

[0091] 样品B含有图5中概述的相同膜叠,其不同于样品A的膜叠之处在于氧化钛层替换为氧化铌层。样品C含有图6中概述的相同膜叠,其不同于样品A的膜叠之处在于氧化钛层替换为AZO层。

[0092] 样品D含有图7中概述的相同膜叠,其不同于样品A的膜叠之处在于二氧化钛层替换为包括氧化铌层和AZO层的金属氧化物基复合材料层。

[0093] 样品E含有图8中概述的相同膜叠,其不同于样品A的膜叠之处在于二氧化钛层替换为包括氧化钛层和AZO层的金属氧化物基复合材料层。

[0094] 样品F含有图9中概述的膜叠,其不同于样品A的膜叠之处在于二氧化钛层替换为包括氧化钛层和氧化铌层的金属氧化物基复合材料层。

[0095] 样品G含有图10中概述的膜叠,其不同于样品F的膜叠之处在于氧化钛层和氧化铌层的次序转变。

[0096] 对于膜中的每种,层通过卷对卷(R2R)磁控沉积进行沉积,使用陶瓷旋转靶用于氧化物材料。需要少量氧以调整 TiO_x 和 Nb_2O_x 的透明度。

[0097] 样品随后就在阳光膜的背景下的特性进行测试,并且结果在下表1中报告。

[0098] 表1:

[0099]

特性	样品 A	样品 B	样品 C	样品 D	样品 E	样品 F	样品 G
可见光透射率(VLT)	72%	70%	64.5%	72%	74%	72%	72%
总太阳能阻隔(TSER)	55%	55%	63.0%	56%	56%	55%	55%
光太阳能热增益比	1.60	1.55	1.74	1.63	1.68	1.60	1.60

[0100]

可见光反射率	11	9.4	12.6	9.4	11.4	10.5	10.4
--------	----	-----	------	-----	------	------	------

[0101] 许多不同方面和实施例是可能的。这些方面和实施例中的一些在下文描述。在阅读本说明书后,技术人员应理解这些方面和实施例仅是举例说明性的,并且不限制本发明的范围。实施例可与如下文列出的项目中的任何一个或多个一致。

[0102] 项目1.一种包括金属氧化物基复合材料层的复合膜,所述金属氧化物基复合材料层包括氧化铌层和适合改善金属基层的均匀度的金属氧化物层,并且其中所述复合膜包括银基层,其中所述复合膜具有至少65%的可见光透射率。

[0103] 项目2.一种包括金属氧化物基复合材料层的复合膜,其中所述金属氧化物基复合材料层包括不同金属氧化物的至少两个不同层。

[0104] 项目3.一种复合膜,其包括:

[0105] a.包含聚合物的透明基质层;

[0106] b.一个或多个金属基层;

[0107] c.一个或多个银基层;

[0108] d.一个或多个金属氧化物基复合材料层,其中所述一个或多个金属氧化物基复合材料层包括不同金属氧化物的至少两个不同层;和

[0109] 其中所述复合膜具有至少65%的可见光透射率。

[0110] 项目4.一种复合膜,其具有不大于两个银基层、大于55%的总太阳能阻隔(TSER)和至少70%的可见光透射率(VLT)。

[0111] 项目5.一种复合膜,其具有不大于两个银基层和至少1.6的光太阳能热增益比。

[0112] 项目6.一种复合膜,其包括对单一旋转陶瓷靶具有大于 $1.5\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 的溅射沉积速率的金属氧化物基层,并且其中所述复合膜具有至少1.6的光太阳能热增益比。

[0113] 项目7.一种复合膜,其包括:

[0114] a.基质层;

[0115] b.包括至少第一金属氧化物基层和第二金属氧化物基层的金属氧化物基复合材料层,和

[0116] c. 邻近所述第二金属氧化物基层的金属基层; 和

[0117] d. 邻近所述金属基层的银基层

[0118] 其中所述第二金属氧化物基层包含具有晶格参数 a_1 的金属氧化物; 并且其中所述金属基层包含具有晶格参数 a_2 的金属, 或其中所述银基层包含具有晶格参数 a_2 的银基化合物; 并且其中 a_1 和 a_2 满足下式:

[0119] $([\sqrt{2}/2]*a_2)/a_1 = x$,

[0120] 其中 x 代表不小于0.65的值。

[0121] 项目8. 一种形成复合膜的方法, 其包括:

[0122] a. 提供包含聚合物的透明基质层;

[0123] b. 通过溅射形成一个或多个金属氧化物基层;

[0124] c. 形成一个或多个金属基层;

[0125] d. 形成一个或多个银基层;

[0126] e. 其中通过溅射形成一个或多个金属氧化物基层对单一旋转陶瓷靶具有大于 $1.5\text{nm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{分钟}^{-1}\cdot\text{kW}^{-1}$ 的沉积速率。

[0127] 项目9. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其包括包含聚合物的透明基质层。

[0128] 项目10. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述透明基质层包含聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚酯、三乙酸纤维素(TCA或TAC)、聚氨基甲酸酯或其组合。

[0129] 项目11. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述透明基质层包含聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。

[0130] 项目12. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述透明基质层具有至少约0.1微米、至少约1微米、或甚至至少约10微米的厚度; 不大于约1000微米、不大于约500微米、不大于约100微米、或甚至不大于约50微米的厚度; 或在约0.1微米至约1000微米的范围内、或甚至在约10微米至约50微米的范围内的厚度。

[0131] 项目13. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其还包括透明反基质。

[0132] 项目14. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其还包括反基质作为所述复合材料的最外层, 使得至少一个或多个银基层、一个或多个金属氧化物基层以及一个或多个银基层夹心在所述基质层和所述反基质层之间。

[0133] 项目15. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述透明反基质层包含聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚酯、三乙酸纤维素(TCA或TAC)、聚氨基甲酸酯或其组合。

[0134] 项目16. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述透明反基质层包含聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。

[0135] 项目17. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述透明基质层具有至少约0.1微米、至少约1微米、或甚至至少约10微米的厚度; 不大于约1000微米、不大于约500微米、不大于约100微米、或甚至不大于约50微米的厚度; 或在约0.1微米至约1000微米的范围内、或甚至在约10微米至约50微米的范围内的厚度。

[0136] 项目18. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括一个或多个金属基层。

[0137] 项目19. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括第一金属基层和第二金属基层, 并且其中所述第一金属基层和所述第二金属基层直接接触一个或多

个银基层之一。

[0138] 项目20. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括第一银基层、第二银基层、第三金属基层和第四金属基层, 并且其中所述第三金属基层和所述第四金属基层直接接触所述第二银基层。

[0139] 项目21. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属基层基本上由金属组成。

[0140] 项目22. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属基层包含基本上纯的金属或金属合金。

[0141] 项目23. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属基层包含选自金、钛、铝、铂、钯、铜、钢、锌及其组合的金属。

[0142] 项目24. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属基层具有至少约0.1纳米的厚度; 其中所述包含金属的层具有不大于约50纳米、不大于约5纳米、不大于约2纳米、或甚至不大于约1纳米的厚度; 或其中所述包含金属的层具有在约0.1纳米至约50纳米的范围内、或甚至在约0.1纳米至约2纳米的范围内的厚度。

[0143] 项目25. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括一个或多个银基层。

[0144] 项目26. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个银基层包括第一银基层和第二银基层。

[0145] 项目27. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个银基层由第一银基层和第二银基层组成。

[0146] 项目28. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个银基层由两个分开且不同的银基层组成。

[0147] 项目29. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个银基层基本上由银组成。

[0148] 项目30. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个银基层具有至少约0.5纳米、或甚至至少约1纳米的厚度; 不大于约100纳米、不大于约50纳米、不大于约25纳米、或甚至不大于约20纳米的厚度; 或在约0.5纳米至约100纳米的范围内、或甚至在约1纳米至约20纳米的范围内的厚度。

[0149] 项目31. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个银基层全部的组合厚度为至少约0.1纳米、至少约1纳米、或甚至至少约2纳米; 不大于约200纳米、不大于约100纳米、不大于约50纳米、或甚至不大于约40纳米、不大于约30纳米、或甚至不大于约25纳米的厚度; 或在约0.1纳米至约100纳米的范围内、或甚至在约2纳米至约25纳米的范围内的厚度。

[0150] 项目32. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括一个或多个金属氧化物基复合材料层。

[0151] 项目33. 前述项目中任一项的复合膜或方法, 其中所述金属氧化物基复合材料层包括不同金属氧化物的至少两个不同层。

[0152] 项目34. 前述项目中任一项的复合膜或方法, 其中所述金属氧化物基复合材料层包括不同金属氧化物的至少三个不同层。

[0153] 项目35. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属氧化物基复合材料层中的至少一个直接接触金属基层。

[0154] 项目36. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属氧化物基层中的至少一个直接接触基质层。

[0155] 项目37. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括第一金属氧化物基复合材料层和第二金属氧化物基复合材料层。

[0156] 项目38. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括第一金属氧化物基复合材料层、第二金属氧化物基复合材料层和第三金属氧化物基复合材料层。

[0157] 项目39. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属氧化物基复合材料层包括包含氧化铝、氧化钛、 BiO_2 、 PbO 、氧化铈、氧化锌、氧化锰、氧化钼或其组合的金属氧化物基层。

[0158] 项目40. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属氧化物基复合材料层包括包含氧化铈的金属氧化物层。

[0159] 项目41. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属氧化物基复合材料层包括包含氧化锌的金属氧化物层。

[0160] 项目42. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括包含AZO的一个或多个氧化锌基层。

[0161] 项目43. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属氧化物基复合材料层包括在相同金属氧化物基复合材料层中的包含氧化铈的金属氧化物层和包含氧化锌的金属氧化物层。

[0162] 项目44. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属氧化物基复合材料层包括在相同金属氧化物基复合材料层中的包含氧化钛的金属氧化物层和包含氧化锌的金属氧化物层。

[0163] 项目45. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属氧化物基复合材料层包括在相同金属氧化物基复合材料层中的包含氧化铈的金属氧化物层和包含氧化钛的金属氧化物层。

[0164] 项目46. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属氧化物基复合材料层包括在相同金属氧化物基复合材料层中的包含氧化铈的金属氧化物层和包含氧化钛的金属氧化物层, 并且其中所述氧化钛层的厚度小于在相同金属氧化物基复合材料层中的氧化铈层的厚度。

[0165] 项目47. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属氧化物基复合材料层包括在相同金属氧化物基复合材料层中的包含氧化锌的金属氧化物层和包含氧化铈或氧化钛的金属氧化物层, 并且其中所述氧化锌层的厚度小于在相同金属氧化物基复合材料层中的氧化铈或氧化钛层的厚度。

[0166] 项目48. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述一个或多个金属氧化物基复合材料层具有至少约0.5纳米、至少约1纳米、至少约2纳米、或甚至至少约20纳米的厚度; 不大于约100纳米、不大于约50纳米、不大于约20纳米、或甚至不大于约10纳米的厚度; 或在约0.5纳米至约100纳米的范围内、在约2-50纳米的范围内、或甚至在约20-100纳米的范围内的厚度。

[0167] 项目49. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料对于每一个银基层包括氧化锌基层。

[0168] 项目50. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括不超过两个氧化锌基层。

[0169] 项目51. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括邻近金属基层设置的一个或多个氧化锌基层。

[0170] 项目52. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括邻近基层设置的氧化钛基层。

[0171] 项目53. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括邻近金属基层设置的氧化钛基层。

[0172] 项目54. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括一个或多个氧化锌基层, 其具有至少0.1nm、至少0.5nm、或至少1nm的厚度; 不大于100nm、不大于50nm、不大于20nm、或甚至不大于10nm的厚度; 或在0.1nm至100nm、0.5nm至50nm、或甚至1nm至10nm范围内的厚度。

[0173] 项目55. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料具有至少约60%、至少约65%、或甚至至少约70%的可见光透射率。

[0174] 项目56. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料具有不大于100%、不大于95%、或甚至不大于90%的可见光透射率。

[0175] 项目57. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料的总太阳能阻隔为至少50%、至少约52%、至少约55%、大于约55%、至少约56%、至少约57%、至少约58%、至少约59%、或甚至至少约60%。

[0176] 项目58. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料的总太阳能阻隔不大于90%、不大于80%、或甚至不大于70%。

[0177] 项目59. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料具有至少约1.60、大于约1.60、至少约1.61、至少约1.62、至少约1.63、至少约1.64、至少约1.65、至少约1.66、至少约1.67、至少约1.68、至少约1.69、或甚至至少约1.70的光太阳能增益比。

[0178] 项目60. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料具有不大于1.95、不大于1.92、或甚至不大于1.90的光太阳能增益比。

[0179] 项目61. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料具有至少0.5%、至少1%、或甚至至少2%的可见光反射率。

[0180] 项目62. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料具有不大于12%、不大于10%、不大于8%、或甚至不大于6%的可见光反射率。

[0181] 项目63. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括具有至少第一金属氧化物基层和第二金属氧化物基层的金属氧化物基复合材料层, 并且其中所述复合材料还包括邻近所述第二金属氧化物基层的金属层, 并且其中所述第二金属氧化物基层包含具有晶格参数 a_1 的金属氧化物; 并且其中所述金属基层包含具有晶格参数 a_2 的金属, 或其中所述银基层包含具有晶格参数 a_2 的银基化合物; 并且其中 a_1 和 a_2 满足下式:

[0182] $([\sqrt{2}]/2)*a_2/a_1=x,$

[0183] 其中x代表不小于0.70、不小于0.75、不小于0.80、不小于0.82、不小于0.84、或不

小于0.86的值。

[0184] 项目64. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括具有至少第一金属氧化物基层和第二金属氧化物基层的金属氧化物基复合材料层, 并且其中所述复合材料还包括邻近所述第二金属氧化物基层的金属层, 并且其中所述第二金属氧化物基层包含具有晶格参数 a_1 的金属氧化物; 并且其中所述金属基层包含具有晶格参数 a_2 的金属, 或其中所述银基层包含具有晶格参数 a_2 的银基化合物; 并且其中 a_1 和 a_2 满足下式:

$$[0185] \quad (\sqrt{2}/2) \cdot a_2 / a_1 = x,$$

[0186] 其中 x 代表不大于1.5、不大于1.4、不大于1.3、不大于1.2、不大于1.1、或不大于1.0的值。

[0187] 项目65. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括具有至少第一金属氧化物基层和第二金属氧化物基层的金属氧化物基复合材料层, 并且其中所述复合材料还包括邻近所述第二金属氧化物基层的金属层, 并且其中所述第二金属氧化物基层包含具有晶格参数 a_1 的金属氧化物; 并且其中所述金属基层包含具有晶格参数 a_2 的金属, 或其中所述银基层包含具有晶格参数 a_2 的银基化合物; 并且其中 a_1 和 a_2 满足下式:

$$[0188] \quad (\sqrt{2}/2) \cdot a_2 / a_1 = x,$$

[0189] 其中 x 代表在0.75至1.4、0.84至1.2、或0.86至1.0范围内的值。

[0190] 项目66. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料包括具有至少第一金属氧化物基层和第二金属氧化物基层的金属氧化物基复合材料层, 并且其中所述复合材料还包括邻近所述第二金属氧化物基层的金属层, 并且其中所述第二金属氧化物基层基本上不含氧化钛。

[0191] 项目67. 前述项目中任一项的方法, 其中形成所述一个或多个金属基层、所述一个或多个银基层和/或所述一个或多个金属氧化物基层包括溅射过程。

[0192] 项目68. 前述项目中任一项的方法, 其中形成所述一个或多个金属氧化物基层包括溅射过程, 并且其中至少一个金属氧化物基层对单一旋转陶瓷靶以大于 $1.5 \text{ nm} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{分钟}^{-1} \cdot \text{kW}^{-1}$ 的沉积速率形成。

[0193] 项目69. 前述项目中任一项的方法, 其中形成所述一个或多个金属氧化物基层包括溅射过程, 并且其中至少一个金属氧化物基层对单一旋转陶瓷靶以大于 $3 \text{ nm} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{分钟}^{-1} \cdot \text{kW}^{-1}$ 的沉积速率形成。

[0194] 项目70. 前述项目中任一项的方法, 其中形成所述一个或多个金属氧化物基层包括溅射过程, 并且其中至少一个金属氧化物基层以在 $1.5 \text{ nm} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{分钟}^{-1} \cdot \text{kW}^{-1}$ 至 $10 \text{ nm} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{分钟}^{-1} \cdot \text{kW}^{-1}$ 的范围内的沉积速率形成。

[0195] 项目71. 前述项目中任一项的复合材料或方法, 其中所述复合材料是独立的, 并且其中所述复合材料适合粘接至透明材料。

[0196] 项目72. 一种窗户, 其包括透明面板和粘接至所述透明面板的前述项目中任一项的复合材料。

[0197] 项目73. 一种建筑物构件或汽车构件, 其包括透明面板和粘接至所述透明面板的前述项目中任一项的复合材料。

[0198] 应当指出并非需要上文一般描述或实例中描述的所有活动, 特定活动的一部分可能是不需要的, 并且除所述那些之外, 可执行一种或多种另外的活动。再进一步地, 活动列

出的次序不一定是它们执行的次序。

[0199] 益处、其他优点和问题解决方案已在上文就具体实施例而言进行描述。然而,所述益处、优点、问题解决方案和可引起任何益处、优点或解决方案发生或变得更显著的一个或多个特征不应解释为任何或所有权利要求的关键、所需或基本特征。

[0200] 本文描述的实施例的详述和例证预期提供各个实施例的结构的一般理解。详述和例证不旨在充当仪器和系统的所有元件和特征的穷举和广泛描述,所述仪器和系统使用本文描述的结构或方法。分开的实施例还可在单个实施例中组合提供,并且相反,为了简洁起见,在单个实施例的背景下描述的各个特征也可分开或以任何子组合提供。此外,提及范围内陈述的值包括该范围内的每个和每一个值。仅在阅读本说明书后,许多其他实施例对于本领域技术人员可为显而易见的。其他实施例可使用且来源于本公开内容,使得可作出结构替换、逻辑替换或另一种变化,而不背离本公开内容的范围。相应地,本公开内容应视为举例说明性的而不是限制性的。

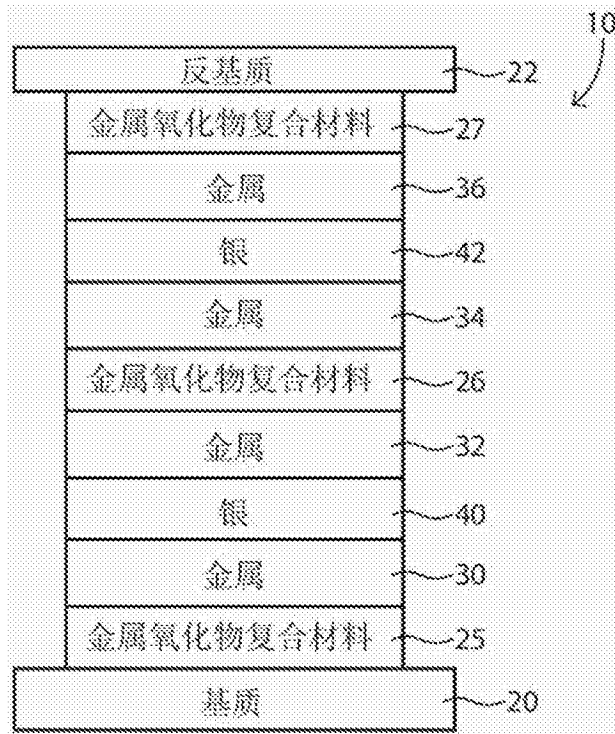


图1

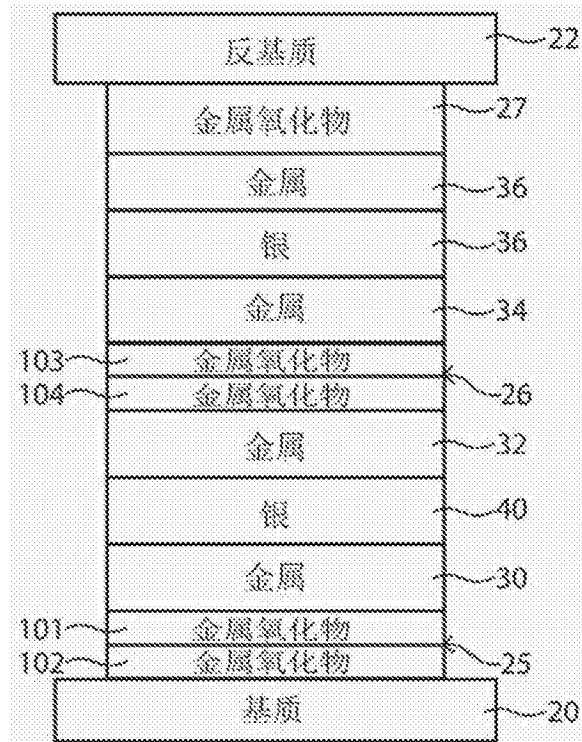


图2

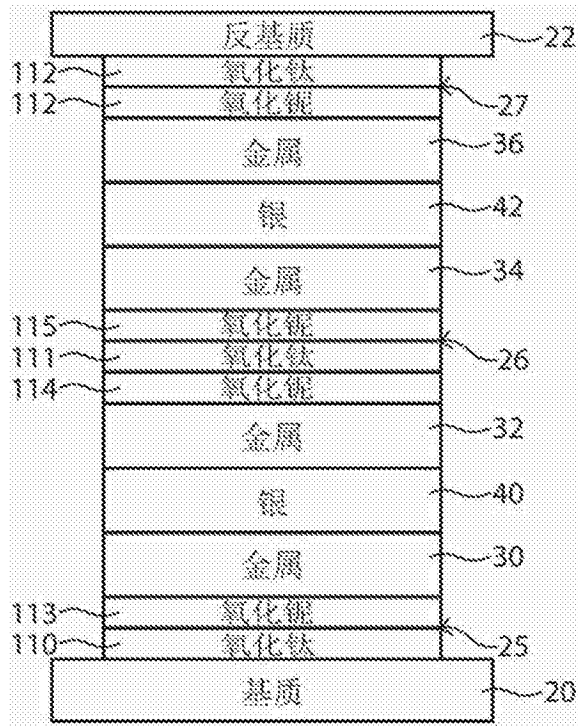


图3

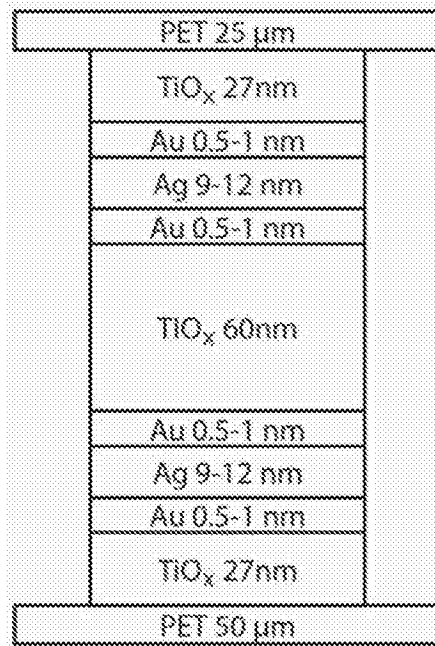


图4

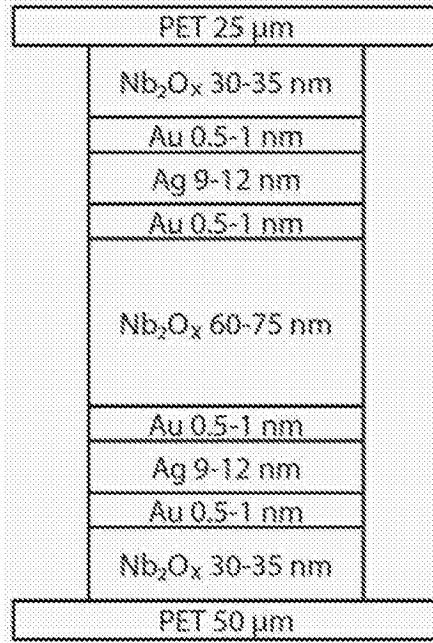


图5

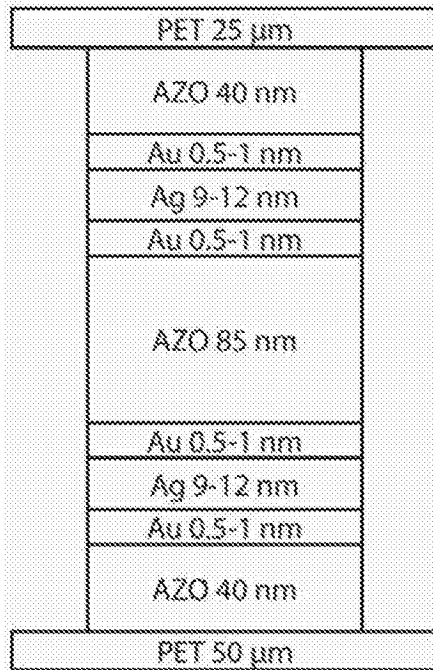


图6

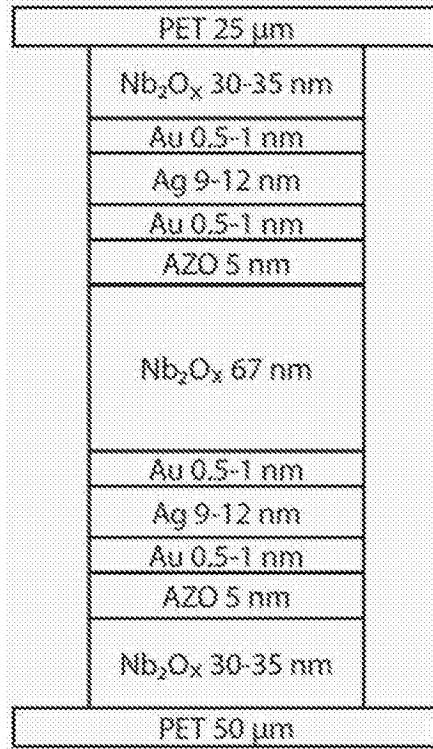


图7

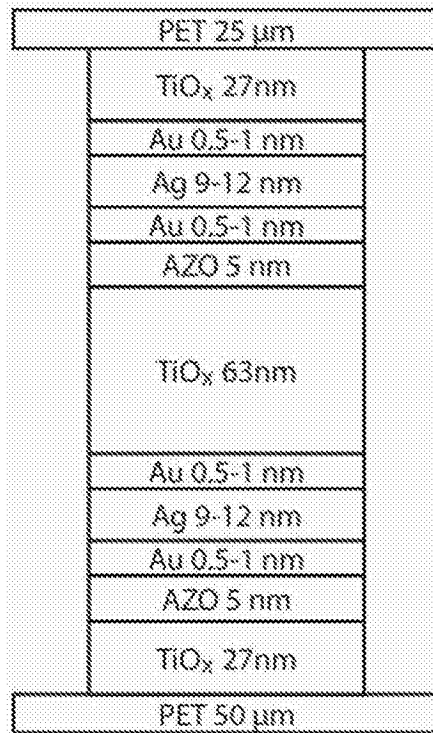


图8

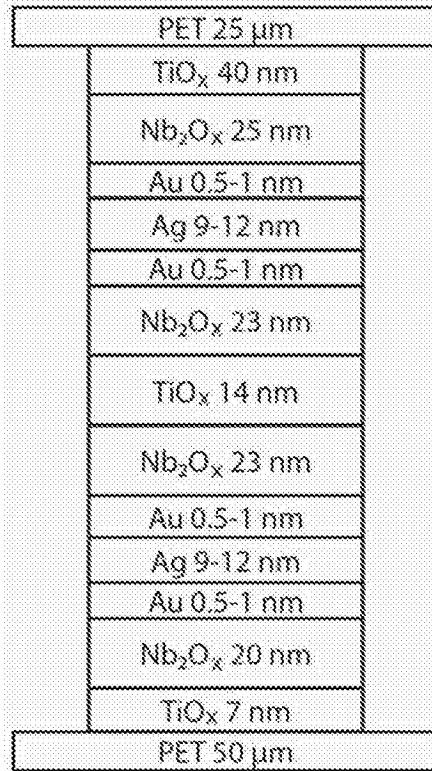


图9

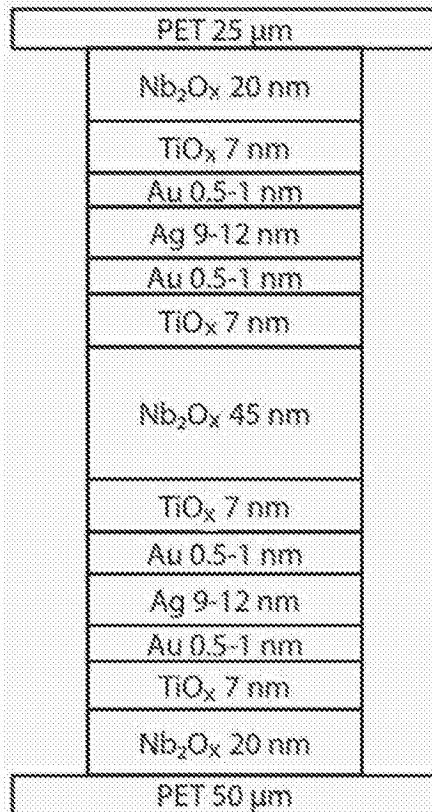


图10